

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-195049

(43)Date of publication of application : 29.07.1997

(51)Int.Cl.

C23C 16/08

F01D 5/12

F01D 5/28

(21)Application number : 08-003197

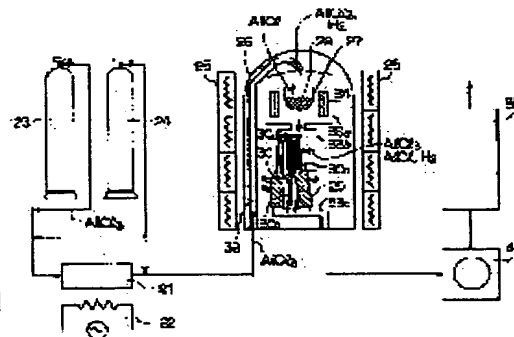
(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 11.01.1996

(72)Inventor : SAITO MASAHIRO  
TAKAHASHI MASASHI  
ITO YOSHIYASU**(54) FORMATION OF ALUMINIZED FILM BY CHEMICAL VAPOR DEPOSITION FOR GAS TURBINE BLADE****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To treat gas turbine blades at an optimum temp. at which these gas turbine blades are hardly thermally damaged and the strength and performance are hardly degraded of the material by improving the corrosion resistance and oxidation resistance of the inside surface of the cooling hole of the gas turbine blades.

**SOLUTION:** Metallic raw materials mainly composed of aluminum are housed into a raw material evaporator 22 and are heated. Gaseous chlorine is admitted into this raw material evaporator to form gaseous  $AlCl_3$ . The formed gaseous  $AlCl_3$  is blown in a reduced pressure atmosphere to the molten aluminum 28 in a molten metal vessel 27 arranged in reaction vessel 26 heated to a high temp. in an external electric furnace 25 to effect reaction, by which gaseous  $AlCl$  is formed. The gaseous  $AlCl_3$  and the gaseous  $AlCl$  are supplied into the cooling hole 30 of the gas turbine blade 29 as the work installed in the reaction vessel and the inside surface of the cooling holes are subjected to chemical vapor deposition by disproportionation. The supply of the gaseous  $AlCl_3$  and the gaseous  $AlCl$  to the cooling holes 30 of the gas turbine blade 29 is executed from the cooling medium discharge side 30a of the cooling holes 30 and the discharge of the gasses is executed from the cooling medium inflow side 30b of the gas turbine blade 29.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

29.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3651710

[Date of registration] 04.03.2005

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-195049

(43) 公開日 平成9年(1997)7月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

C 2 3 C 16/08

F 0 1 D 5/12

5/28

識別記号

庁内整理番号

F I

C 2 3 C 16/08

F 0 1 D 5/12

5/28

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平8-3197

(22) 出願日 平成8年(1996)1月11日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 齋藤 正弘

神奈川県横浜市鶴見区末広町2の4 株式  
会社東芝京浜事業所内

(72) 発明者 高橋 雅士

神奈川県横浜市鶴見区末広町2の4 株式  
会社東芝京浜事業所内

(72) 発明者 伊藤 義康

神奈川県横浜市鶴見区末広町2の4 株式  
会社東芝京浜事業所内

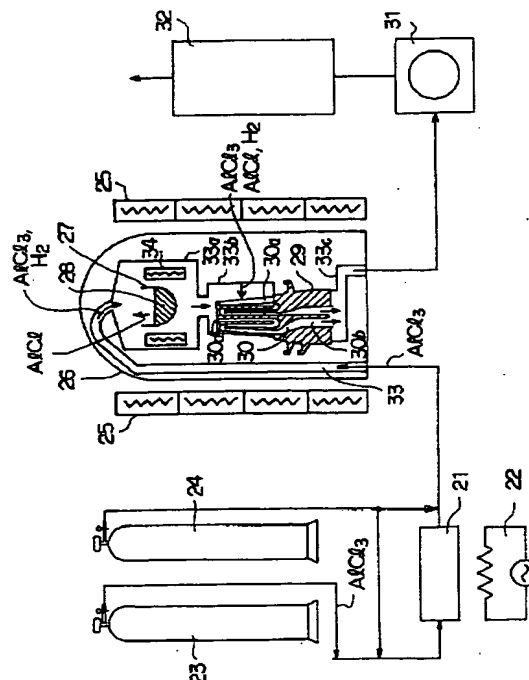
(74) 代理人 弁理士 波多野 久 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ガスタービン翼の化学蒸着アルミニIZED被膜形成方法

(57) 【要約】

【課題】低い処理温度にて化学蒸着法によるAlコーティングを行うことができ、ガスタービン翼冷却孔内面の耐食性および耐酸化性を向上させる。ガスタービン翼が熱ダメージを受けにくく、材料の強度低下や性能低下が起り難い最適温度で処理できるようにする。

【解決手段】アルミニウムを主体とする金属原料を原料気化器22内に収容して加熱するとともに、その原料気化器に塩素系ガスを流入してAlCl<sub>3</sub>ガスを生成させ、この生成したAlCl<sub>3</sub>ガスを、外部電気炉25で高温に加熱した反応容器26内に配置した溶湯器27内のアルミニウム溶湯28に減圧雰囲気中で吹き掛けて反応させることによりAlClガスを生じさせ、AlCl<sub>3</sub>ガスおよびAlClガスを反応容器内に設置した被処理品としてのガスタービン翼29の冷却孔30に供給して、その冷却孔の内面に不均化反応による化学蒸着を行わせる。ガスタービン翼29の冷却孔30へのAlCl<sub>3</sub>ガスおよびAlClガスの供給を、その冷却孔30の冷却媒体排出側30aから行うとともに、ガスの排出を、ガスタービン翼の冷却媒体流入側30bから行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アルミニウムを主体とする金属原料を原料気化器内に收容して加熱するとともに、その原料気化器に塩素系ガスを流入して  $AlCl_3$  ガスを生成させ、この生成した  $AlCl_3$  ガスを、外部電気炉で高温に加熱した反応容器内に配置した溶湯器内のアルミニウム溶湯に減圧雰囲気中で吹き掛けて反応させることにより  $AlCl$  ガスを生成させ、 $AlCl_3$  ガスおよび  $AlCl$  ガスを反応容器内に設置した被処理品としてのガスタービン翼の冷却孔に供給して、その冷却孔の内面に不均化反応による化学蒸着を行わせるガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法であって、前記ガスタービン翼の冷却孔への  $AlCl_3$  ガスおよび  $AlCl$  ガスの供給を、その冷却孔の冷却媒体排出側から行うとともに、当該ガスの排出を、ガスタービン翼の冷却媒体流入側から行うことを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載のガスタービン翼の冷却孔内面への化学蒸着アルミナイズド被膜形成と同時に、ガスタービン翼の外表面への化学蒸着アルミナイズド被膜形成を行うことを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、 $AlCl_3$  ガスおよび  $AlCl$  ガスのガスタービン翼への供給は、反応容器内に独立的に設けた反応ガス供給ラインを使用して行うことを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 4】 請求項 1 または 2 記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、化学蒸着が完了したガスタービン翼を反応容器に挿入したままで、後の熟処理を行うことを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 5】 請求項 1 または 2 記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、加熱した原料気化器に充填する金属原料として、アルミニウム金属または合金の溶融粉砕粉、ペレット、切削機切粉のいずれかを用いることを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 6】 請求項 1 または 2 記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、外部電気炉によって高温に加熱した反応容器内でアルミニウム溶湯を收容する溶湯器は、さらに内部電気炉で全周を均熱加熱することを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 7】 請求項 1 または 2 記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、高温に加熱した反応容器内に  $HCl$  ガスまたは  $H_2$  ガスを直接流入することを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 8】 請求項 1 または 2 記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、溶湯器およびこれに收容するアルミニウム溶湯の表面積を変化させることにより、アルミニウム溶湯と  $AlCl_3$  ガスとの反応率を制御することを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 9】 請求項 1 または 2 記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、アルミニウム溶湯を收容する溶湯器として、るつぼまたは蒸発皿のいずれかを用いることを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 10】 請求項 1 または 2 記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、アルミニウム溶湯を收容する溶湯器の材料として、セラミックスまたはカーボンのいずれかを用いることを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 11】 請求項 1 または 2 記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、 $AlCl$  ガスを被処理品としてのガスタービン翼に供給するために使用する供給管の材質として、金属、セラミックスまたはカーボンのいずれかを用いることを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 12】 請求項 1 または 2 記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、アルミニウム溶湯を收容する溶湯器の底部側から反応ガスを吹き付け、反応ガスとアルミニウム溶湯とをガス流速で攪拌することを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 13】 請求項 1 または 2 記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、外部電気炉によって高温に加熱する反応容器内の温度を上部から下部まで  $850^{\circ}C$  に均熱化することを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 14】 請求項 1 または 2 記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、外部電気炉によって高温に加熱する反応容器内の温度に、その反応容器の上部から下部までに亘る温度勾配を設定することを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 15】 請求項 1 または 2 記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、外部電気炉によって高温に加熱する反応容器内の温度を、その上部で  $950^{\circ}C$  とし、下部で  $900^{\circ}C$  以下とすることを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 16】 請求項 1 または 2 記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、反

応容器から排出される AlCl ガスを再度、同一反応容器に流入して閉ループ状の経路により化学蒸着を行わせることを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 17】 請求項 1 または 2 記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、反応容器から排出される AlCl<sub>3</sub> ガスを再度、他の外部電気炉にて高温に加熱した他の反応容器内に流入させて、閉ループ状の経路により化学蒸着を行わせることを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 18】 請求項 1 または 2 記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、非処理品であるガスタービン翼として、空気冷却、液体冷却、ガス冷却または蒸気冷却による冷却孔を有するものを対象とすることを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

【請求項 19】 請求項 1 または 2 記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、非処理品であるガスタービン翼として、コバルトまたはニッケルを含む金属群を基材とする超合金で製作されたものを対象とすることを特徴とするガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ガスタービン翼の冷却孔または外表面に対する耐食または耐酸化性コーティングの形成技術に係り、特にハロゲン化アルミニウムの不均化反応を利用して化学蒸着法を行うガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】 近年、発電用ガスタービンがエネルギー資源の有効利用の点から注目されており、そのガスタービンの高効率化の研究開発が積極的に行われている。ガスタービンにおいては、燃焼器出口ガス温度が高いほど発電効率が上昇するため、ガスタービン入口温度の高温化が推進されている。

【0003】 しかしながら、燃料からの腐食成分や流入空気からの海塩腐食粒子等の混入によって著しい高温腐食や高温酸化の可能性がある、ガスタービンを構成する高温機器や部品の材料、特にガスタービン動翼ならびにガスタービン静翼の材料にとっては、極めて過酷な環境となっている。

【0004】 したがって、ガスタービンの構成部品には耐熱性向上は勿論のこと、燃焼ガスへの耐食性、耐酸化性向上も併せて要求される。このような過酷な環境下では、動翼材料や静翼材料として一般に使用される Ni 基、あるいは Co 基の耐熱超合金鋼等の基材のみで対応するには限界に達しており、高温耐食コーティングに関

する研究が併せて行われている。

【0005】 図 6 は、ガスタービン翼 1 に作用する各種要因、すなわちガスタービン翼 1 が受ける各種の負荷等について、環境状況を模式的に示した図である。タービン入口温度が 1300℃ を越える現在、ガスタービン翼 1 には冷却孔 2 が必須条件として形成されており、この冷却孔 2 には冷却媒体として空気、液体、ガスまたは蒸気等が流通される。

【0006】 ところが、この冷却孔 2 への冷却媒体の供給によってガスタービン翼 1 には燃焼ガス温度との差による大きな熱応力が翼長さ方向 a に生じるとともに、さらに同方向 a には回転による遠心力が重畳される。

【0007】 また、同時に矢印 b で示すように、外部から翼外表面に向かって、高温酸化、硫化腐食または燃焼灰によるエロージョンなどの影響が及ぶものであり、これらが大きい問題となっている。一般に、前者の熱応力や遠心力は、高温強度に優れたガスタービン翼 1 の超合金基材部分 3 で受け持ち、後者の高温酸化、硫化腐食、エロージョン等は、翼表面の高温耐食コーティング被膜 4 で分担させることが考えられている。

【0008】 従来の公知技術としては、例えば特開昭 59-63303 号（被覆超合金ガスタービン部品）、または特開昭 53-112234 号（溶射被覆超合金製品と製法）などがある。これらの技術において、ガスタービン部品、特にガスタービン翼 1 の耐食コーティング技術は、MCrAlY (M は Ni、Co、Fe、またはそれらの複合材料等) の合金を、減圧プラズマ溶射、高速爆発溶射、真空蒸着、スパッタリングなどの物理的蒸着法 (PVC; Physical Vapor Deposition) を適用してコーティングされている。特に現在では、多種の合金被膜を形成できる点から減圧プラズマ溶射法が多用されている。減圧プラズマ溶射法では、従来の大気中プラズマ溶射と比べて不活性ガス減圧下での溶射施工が可能であり、溶射材料の酸化や窒化が防止でき、予定通りの清浄な被膜を形成することができる。

【0009】 また、減圧プラズマ溶射、高速爆発溶射、真空蒸着、スパッタリング等の物理的蒸着法によりコーティングされた MCrAlY 合金被膜表面に、さらに Al パック法等によってアルミニウムの耐食および耐酸化コーティングを施し、より一層の耐食および耐酸化性の向上を図ることも行われている。

【0010】 Al パック法は例えば図 7 に示すように、被処理品 5 を Al パック粉末 6 (被覆剤としてのアルミニウムまたはその合金と、キャリアあるいは活性剤としてのハロゲン化アンモニウムあるいはハロゲン化アルカリ金属等と、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のような不活性充填剤とを混合した粉末) 中に埋没し、Ar ガス等をキャリアガス 7 として、非酸化性雰囲気中にて 1000℃ 以上に加熱保持することによりアルミニウムを被処理品 5 に拡散浸透させ、NiAl や CoAl などの金属間化合物を形成する

方法である。この化合物が高温度域において酸素と結合し、 $Al_2O_3$ 等の保護被膜を生成し、耐食および耐酸化性を向上させる。この $NiAl$ や $CoAl$ 等の金属間化合物の形成層の厚さは、処理時の保持時間および処理温度によって制御できる。また、ハロゲン化合物は、アルミニウム源から被処理品5への $Al$ 移行を容易にするキャリアあるいは活性剤として作用している。このような $Al$ バック法を示す公知文献としては、例えば特公昭59-34230号、特公昭61-10034号等がある。

【0011】ところで、タービン入口温度が $1300^{\circ}C$ を越えるガスタービンにおいては、ガスタービン翼の使用中の温度を下げるために、ガスタービン翼内部に冷却孔を設け、この冷却孔に冷却媒体を流入させて冷却を行っている。

【0012】図8は、このようなガスタービン翼1内部の冷却孔2の形状を示している。この図8に示すように、冷却孔2は翼植込み部1a側から翼先端1b側に向かって伸びた後、翼前縁部1cおよび翼後縁部1d側で蛇行した複雑な形状の空洞となっており、冷却空気8は翼植込み部1a側から冷却孔2内に供給されて、翼先端1bおよび翼後縁部1dから排出されるようになっている。この冷却孔2の内表面に耐食および耐酸化性コーティングを施すことが望まれるが、コーティングに際しては種々の問題がある。

【0013】例えば、前述した $Al$ バック法によってガスタービン翼1の冷却孔2の内表面にアルミニウムをコーティングしようとする場合、冷却孔2が単純形状であれば適用も可能であるが、ガスタービン翼1の冷却孔2が細孔で複雑形状の空洞となっているため、 $Al$ バック粉末を充填することが困難である。

【0014】また、 $Al$ バック法では、バック粉末剤中から被覆原料が供給されることから、目的のコーティング膜厚を得ようとした場合には、それに応じた量のバック粉末剤を必要とする。しかし、冷却孔2は細孔で複雑形状であるため、充填できるバック粉末剤の量は制限され、予定したコーティング膜厚を得ることができないばかりでなく、処理後は固化したバック粉末剤を完全に除去することができない等の問題がある。

【0015】このようなことから、ガスタービン翼1の冷却孔2の $Al$ コーティングには、3価のハロゲン化アルミニウムの不均化反応を利用した化学蒸着法(CV D: Chemical Vapor Deposition)によりコーティングする方法が適用されている。

【0016】図9は、この化学蒸着法を実施するための従来技術を模式的に示したものである。すなわち化学蒸着法では、外部電気炉9で高温に加熱した反応容器10内にガスタービン翼1を配置し、この反応容器10内を減圧雰囲気にして、 $H_2$ ガス11、 $AlCl_3$ ガス12および $HCl$ ガス13等の反応ガスを供給し、被処理品で

あるガスタービン翼1に吹付け、その表面に金属間化合物を析出させるものである。

【0017】しかし、一般的に $AlCl_3$ ガスと $H_2$ ガスとの還元作用によりアルミニウムを析出させようとする、熱力学的な反応の自由エネルギーによって $1000^{\circ}C$ 以上の高い処理温度と長時間の処理時間を必要とする。したがって、被処理品は熱によるダメージを受けやすく、材料強度低下や製品の性能低下が起こるため、処理後の熱処理を必要とするなど、種々の問題がある。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、ガスタービン翼1の冷却孔2が細孔で複雑形状であるため、従来のいずれの方法においても、急激なガス流速の変化、圧力の変動および反応生成ガスの逆拡散等によって、冷却孔2の内面に $Al$ 被膜を均一にコーティングすることが困難である。

【0019】また、ガスタービン翼1の冷却空気流入側(翼植込み部1a側)から $AlCl_3$ ガスを流入するため、 $AlCl_3$ ガスの入口近傍の冷却孔2の内表面ではコーティング膜厚が厚く、中間部や冷却空気排出側(トレーリングエッジ部側)の $AlCl_3$ ガス出口近傍における膜厚が薄くなる。つまり、冷却空気流入側では $AlCl_3$ ガスの濃度が高いために $NiAl$ などの金属間化合物被膜が厚くなり、冷却孔2の内面を通過することにより、 $Al$ が奪われて中間部や冷却空気排出側に到達した $AlCl_3$ ガスの反応ガスは、 $Al$ ガス濃度が極めて低下した3価のハロゲン化アルミニウムの $AlCl_3$ ガスとなる。このような低濃度状態の $AlCl_3$ ガスを冷却孔2に供給しても、金属間化合物被膜の形成速度は遅く、膜厚が薄くなる。

【0020】また、実稼働中のガスタービン翼1の表面温度は、冷却孔2の冷却空気流入側(翼植込み部1a側)では低温となり、冷却孔2の翼前縁部1c(リーディングエッジ部)や冷却空気排出側(翼後縁部1d側)では高温となる。したがって、高温になる翼前縁部1c側や翼後縁部1d側では金属間化合物の膜厚が薄いために、高温腐食および高温酸化が生じやすくなっていた。

【0021】また、ガスタービン翼1の冷却空気流入側から $AlCl_3$ ガスを流入した場合には、冷却空気排出側の出口付近では容積が急激に増大するため、急激なガス流速の変化や圧力変動が生じ、 $AlCl_3$ ガスの反応ガスの逆拡散等によって、冷却孔2の内面に $NiAl$ の金属間化合物被膜を均一にコーティングすることが困難である。このため、冷却空気排出側の出口付近にガス流速を制御する特別な治具を用いていた。

【0022】さらに、図10に示すように、冷却孔2のリターンフロー部2aでは反応ガス11, 12, 13の流速が減速しやすく、金属間化合物14の膜厚が厚くなって冷却空気の流量低下が生じ、冷却効率が著しく低下する等の大きな問題があった。一方、減圧プラズマ溶

10

20

30

40

50

射、高速爆発溶射、真空蒸着、スパッタリングなどの物理的蒸着法によりコーティングされたMCrAlY合金被膜表面に、A1パック法による耐食および耐酸化コーティングを施し、さらに耐食性、耐酸化性等の向上を図った場合においては、1000℃以上の高温で加熱処理するために処理品が熱ダメージを受けやすく、材料の強度低下が生じやすく、できるだけ低温で処理することが望まれていた。

【0023】さらに、ガスタービン翼1の外表面のA1パック処理の後に、冷却孔2の化学蒸着によるA1コーティングを行う場合には、A1パック法により1000℃以上の高温にてA1ナイズングを行っていた。また、ガスタービン翼1の冷却孔2の内表面は、A1パック法による外表面のA1ナイズング後、外表面をマスキングしたり、外表面に反応ガスが供給されないようにして、化学蒸着により900℃以下の低温でA1ナイズングを行っていた。しかしながら、冷却孔2の化学蒸着によるA1コーティングに際しては、ガスタービン翼1の外表面のマスキングが難しく、A1C1ガス2bの反応ガスが外表面に漏れ、A1パック後の被膜と反応し、A1パックで得られた正常なコーティング膜を阻害する等の問題があった。

【0024】本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、低い処理温度にて化学蒸着法によるA1コーティングを行うことができ、ガスタービン翼冷却孔内面の耐食性および耐酸化性を向上させるとともに、A1パック法の処理工程を廃止し、ガスタービン翼が熱ダメージを受けにくく、材料の強度低下や性能低下が起り難い最適温度で処理できるガスタービン翼の化学蒸着アルミナイド被膜形成方法を提供することを目的とする。

【0025】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するために、請求項1の発明は、アルミニウムを主体とする金属原料を原料気化器内に収容して加熱するとともに、その原料気化器に塩素系ガスを流入してA1C13ガスを生成させ、この生成したA1C13ガスを、外部電気炉で高温に加熱した反応容器内に配置した溶湯器内のアルミニウム溶湯に減圧雰囲気中で吹き掛けて反応させることによりA1C1ガスを生成させ、A1C13ガスおよびA1C1ガスを反応容器内に設置した被処理品としてのガスタービン翼の冷却孔に供給して、その冷却孔の内面に不均化反応による化学蒸着を行わせるガスタービン翼の化学蒸着アルミナイド被膜形成方法であって、前記ガスタービン翼の冷却孔へのA1C13ガスおよびA1C1ガスの供給を、その冷却孔の冷却媒体排出側から行うとともに、当該ガスの排出を、ガスタービン翼の冷却媒体流入側から行うことを特徴とする。

【0026】上記の方法によると、ガスタービン翼の冷却空気排出側からA1C13ガスおよびA1C1ガス等の反応ガスを供給し、ガスタービン翼の冷却空気流入側

から反応ガスを排出することで、ガスタービン翼の表面温度が高く、特に高温腐食、高温酸化の環境にある冷却孔の冷却空気排出側（トレーリングエッジ部）のA1コーティング膜厚を厚くし、かつ、ガスタービン翼の表面温度が比較的低く、高温腐食、高温酸化の問題が少ない冷却空気流入側（翼植込み部側）のA1コーティング膜厚を薄くすることができる。すなわち、アルミニウムの低次塩化物であるA1C1を作成して化学蒸着を行う方法を用いることにより、アルミニウムの化学蒸着の低温化を可能にし、例えば公知被処理品表面にアルミニウムを700℃の低温でコーティングすることができる。

【0027】請求項2の発明は、請求項1記載のガスタービン翼の冷却孔内面への化学蒸着アルミナイド被膜形成と同時に、ガスタービン翼の外表面への化学蒸着アルミナイド被膜形成を行うことを特徴とする。

【0028】本発明によれば、ガスタービン翼の冷却孔内表面と外表面の内外面を同時に化学蒸着処理することで、ガスタービン翼の外表面のA1パック処理工程を廃止するとともに、A1パックよりも低い処理温度で、ガスタービン翼の外表面のA1ナイズングが行える。

【0029】請求項3の発明は、請求項1または2記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイド被膜形成方法において、A1C13ガスおよびA1C1ガスのガスタービン翼への供給は、反応容器内に独立的に設けた反応ガス供給ラインを使用して行うことを特徴とする。

【0030】本発明によれば、反応容器内で被処理品に供給する反応ガスの供給ラインを、反応容器と独立したガスラインとすることで、ガスタービン翼の冷却孔内表面と外表面のA1濃度を低下させることなく、A1ナイズングが行える。

【0031】請求項4の発明は、請求項1または2記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイド被膜形成方法において、化学蒸着が完了したガスタービン翼を反応容器に挿入したままで、後の熱処理を行うことを特徴とする。

【0032】本発明によれば、化学蒸着が完了した被処理品を反応容器に挿入したまま熱処理を行うことで、製品の一連の製作時間が短縮するとともに、処理設備への過大な投資が不要となる。

【0033】請求項5の発明は、請求項1または2記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイド被膜形成方法において、加熱した原料気化器に充填する金属原料として、アルミニウム金属または合金の熔融粉碎粉、ペレット、切削機切粉のいずれかを用いることを特徴とする。

【0034】本発明によれば、加熱した原料気化器に充填するアルミニウムまたはその合金として、熔融粉碎粉、ペレット、旋盤等のバイトにより切出した切粉のいずれかを用いることで、反応ガス生成の反応率を高めることができる。

【0035】請求項6の発明は、請求項1または2記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、外部電気炉によって高温に加熱した反応容器内でアルミニウム溶湯を収容する溶湯器は、さらに内部電気炉で全周を均熱加熱することを特徴とする。

【0036】本発明によれば、外部電気炉にて高温に加熱した反応容器内に配置したアルミニウム溶湯を入れた溶湯器を、内部電気炉で全周を均熱加熱したことで、被処理品に供給するA1C1ガス濃度を高めることができる。

【0037】請求項7の発明は、請求項1または2記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、高温に加熱した反応容器内にHC1ガスまたはH2ガスを直接流入することを特徴とする。

【0038】本発明によれば、高温に加熱した反応容器内にHC1、H2ガスを直接流入して化学蒸着を行うことで、A1C13ガスを生成する原料気化器を廃止することができる。

【0039】請求項8の発明は、請求項1または2記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、溶湯器およびこれに収容するアルミニウム溶湯の表面積を変化させることにより、アルミニウム溶湯とA1C13ガスとの反応率を制御することを特徴とする。

【0040】本発明によれば、反応ガスを吹き付けるアルミニウム溶湯と溶湯器の表面積を変え、アルミニウム溶湯とA1C13ガスの反応率を制御することで、A1C1ガスの生成濃度を制御し、反応ガスと被処理品との反応を加速することができる。

【0041】請求項9の発明は、請求項1または2記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、アルミニウム溶湯を収容する溶湯器として、るつばまたは蒸発皿のいずれかを用いることを特徴とする。

【0042】本発明によれば、反応ガスを吹き付けるアルミニウム溶湯の溶湯器として、るつば、蒸発皿のいずれかを用いることで、アルミニウム溶湯および溶湯器の表面積を制御することができる。

【0043】請求項10の発明は、請求項1または2記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、アルミニウム溶湯を収容する溶湯器の材料として、セラミックスまたはカーボンのいずれかを用いることを特徴とする。

【0044】本発明によれば、反応ガスを吹き付けるアルミニウム溶湯の溶湯器材料として、セラミックス、カーボンのいずれかを用いることで、アルミニウム溶湯と溶湯器との反応をなくし、濃度の高いA1C1ガスを生成することができる。

【0045】請求項11の発明は、請求項1または2記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成

方法において、A1C1ガスを被処理品としてのガスタービン翼に供給するために使用する供給管の材質として、金属、セラミックスまたはカーボンのいずれかを用いることを特徴とする。

【0046】本発明によれば、A1C1ガスを被処理品に供給する供給管の材質として、金属、セラミックス、カーボンのいずれかを用いることで、A1C1ガスを濃度を低下することなく、そのまま反応ガスを被処理品に供給することができる。

【0047】請求項12の発明は、請求項1または2記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、アルミニウム溶湯を収容する溶湯器の底部側から反応ガスを吹き付け、反応ガスとアルミニウム溶湯とをガス流速で攪拌することを特徴とする。

【0048】本発明によれば、アルミニウム溶湯を収容した溶湯器の底から反応ガスを吹き付け、反応ガスとアルミニウム溶湯とをガス流速で攪拌することで、濃度の高いA1C1ガスを生成するとともに、反応率を向上させることができる。

【0049】請求項13の発明は、請求項1または2記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、外部電気炉によって高温に加熱する反応容器内の温度を上部から下部まで850℃に均熱化することを特徴とする。

【0050】本発明によれば、外部電気炉にて高温に加熱した反応容器内の温度を、上部から下部まで850℃に均熱化することで、最大の膜生成速度が得られ、短時間にコーティングの被膜の厚膜化が図れる。

【0051】請求項14の発明は、請求項1または2記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、外部電気炉によって高温に加熱する反応容器内の温度に、その反応容器の上部から下部までに亘る温度勾配を設定することを特徴とする。

【0052】本発明によれば、外部電気炉にて高温に加熱した反応容器内の温度に、上部から下部までに温度勾配を設定することで、被処理品の処理温度を低温化することができる。

【0053】請求項15の発明は、請求項1または2記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、外部電気炉によって高温に加熱する反応容器内の温度を、その上部で950℃とし、下部で900℃以下とすることを特徴とする。

【0054】本発明によれば、外部電気炉にて高温に加熱した反応容器内の温度を上部では950℃とし、下部では900℃以下とすることで、最大の膜生成速度が得られ、短時間にコーティングの厚膜化が図れる。

【0055】請求項16の発明は、請求項1または2記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、反応容器から排出されるA1C1ガスを再度、同一反応容器に流入して閉ループ状の経路により



化学蒸着を行わせることを特徴とする。

【0056】本発明によれば、排出したA1C13ガスを再度、同一反応容器に流入して閉ループにより化学蒸着を行うことで、何度もA1C13ガスを排気する必要なく、化学蒸着処理を連続して行うことができる。

【0057】請求項17の発明は、請求項1または2記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、反応容器から排出されるA1C13ガスを再度、他の外部電気炉にて高温に加熱した他の反応容器内に流入させて、閉ループ状の経路により化学蒸着を行わせることを特徴とする。

【0058】本発明によれば、排出したA1C13ガスを再度、他の外部電気炉にて高温に加熱した他の反応容器内に流入して閉ループにより化学蒸着を行うことで、生産性を向上することができる。

【0059】請求項18の発明は、請求項1または2記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、非処理品であるガスタービン翼として、空気冷却、液体冷却、ガス冷却または蒸気冷却による冷却孔を有するものを対象とすることを特徴とする。

【0060】本発明によれば、空気冷却あるいは液体冷却あるいはガス冷却あるいは蒸気冷却による冷却孔を有する処理品を対象としたことで、耐食性および耐酸化性を向上させ、冷却効率を高めることができる。

【0061】請求項19の発明は、請求項1または2記載のガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法において、非処理品であるガスタービン翼として、コバルトまたはニッケルを含む金属群を基材とする超合金で製作されたものを対象とすることを特徴とする。

【0062】本発明によれば、コバルト(Co)あるいはニッケル(Ni)を含む金属群を基材とする超合金で製作された処理品を対象とすることで、耐食性および耐酸化性が更に向上する。

【0063】したがって、本発明の方法によってコーティングされるガスタービン翼は、従来方法によるものに比較して、耐高温腐食性および耐高温酸化性が向上し、長時間のA1コーティングの被膜寿命特性を有するものとなる。

【0064】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

【0065】図1は、本発明の第1実施形態によるガスタービン翼の化学蒸着アルミナイズド被膜の形成方法を実施するための装置系統を示す全体図であり、図2は図1の要部を拡大して示す図である。図3は本実施形態の方法による作用を示すための特性図で、温度と膜厚との関係を示すグラフである。

【0066】本実施形態では概述して図1に示すように、アルミニウムを主体とする金属原料、例えばアルミニウムまたはその合金（以下、A1原料という）21

を、原料気化器22内に收容して加熱するとともに、その原料気化器22に、塩素系ガスとしてのA1C13ガスおよびH2ガスをポンプ23、24から流入させてA1C13ガスを生成させる。生成したA1C13ガスおよびH2ガスは、外部電気炉25で高温に加熱した反応容器26内に配置した溶湯器27内のA1溶湯28に減圧雰囲気中で吹き掛けて反応させ、これによりA1C1ガスを生成させる。これらA1C13、A1C1ガスおよびH2ガスなどの反応ガスを、反応容器26内に設置した被処理品としてのガスタービン翼29の冷却孔30に、その冷却孔30の冷却媒体排出側（トレーリングエッジ部等の翼先端部および翼後縁部側）30aから供給するとともに、当該ガスの排出は冷却孔30の冷却媒体流入側（翼植込み部側）30bから行う。これにより、冷却孔30の内表面に不均化反応による化学蒸着を行わせる。排出したガスは、真空ポンプ31を介して排ガス処理装置32に送って廃棄処理する。

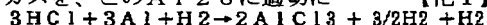
【0067】詳述すると、図2に示すように、反応容器26内にはA1C13ガスおよびH2ガスを供給するための独立した供給管33が設けられている。この供給管33の先端側に拡張して形成された拡大部分33aに前記溶湯器27が收容されている。また、供給管33のさらに先端側部分33bがガスタービン翼29の翼先端部および翼後縁部側の冷却媒体排出側30aに連通するとともに、この供給管33の分離した排気用部分33cがガスタービン翼29の翼植込み部側に連通している。これにより、反応容器26に供給される塩素系ガス2は、反応容器26から真空ポンプ31によって外部に排出されるまで、独立したガスの供給ライン内を流通し、反応容器26内の供給管33外には流出しない。

【0068】ここで、反応ガスの流れについて説明する。原料気化器22は480℃に加熱され、この原料気化器22の容器内にHClガスおよびH2ガスが流入してA1原料との反応によってA1C13ガスが生成する。生成したA1C13ガスを200℃以上の温度に保持しながら、外部電気炉25で900℃以上に加熱された反応容器26内の溶湯器27に流入させる。ここで反応容器26内の温度は、上部で950℃、下部で900℃以下とすることが望ましい。この溶湯器27としては、るつぼ、蒸発皿等のセラミックス材料や、カーボン材料のいずれかを用いる。

【0069】反応容器26に流入したA1C13ガスを、A1溶湯28に適切に吹き掛け、反応ガスとしてのA1C1ガスを生成する。なお、溶湯器27を容量可変形とし、その溶湯器27およびこれに收容するA1溶湯28の表面積を変化させることによって、反応率を制御することができる。また、溶湯器27の底部側から反応ガスを吹付け、反応ガスとA1溶湯28とをガス流速で攪拌すれば、濃度の高いA1C1ガスを生成するとともに、反応率を向上させることができる。

【0070】このAlCl<sub>3</sub>ガスをガスタービン翼29の冷却孔30の冷却空気排出側30aのトレーリングエッジ部から供給して化学蒸着を行う。AlCl<sub>3</sub>ガスをガスタービン翼29に供給する供給管30の材質としては金属、セラミックス、カーボンのいずれかを用いる。ガスタービン翼29と化学蒸着が完了したAlCl<sub>3</sub>ガスは元のAlCl<sub>3</sub>ガスとなり、ガスタービン翼29の冷却空気流入側30bの植込み部から排出される。反応容器26内の圧力は真空ポンプ31で制御しており、AlCl<sub>3</sub>ガスは真空ポンプ31から排ガス処理装置32へ排気される。排ガス処理装置32はAlCl<sub>3</sub>ガス、HClガス、その他のガスをPH8〜13程度の苛性ソーダにて中和処理し、大気へ放出する。

【0071】なお、原料気化器22で生成したAlCl<sub>3</sub>ガスを、外部電気炉25で加熱された反応容器26に流入する場合、外部電気炉25で反応容器26の全周を850℃に均熱に加熱して供給する。反応容器26内には内部電気炉34が設けられ、この内部電気炉34によって溶湯器27が反応容器26の温度と同一の860℃に加熱されるとともに、ガスタービン翼29もこれらと同一の860℃に加熱されている。そして、反応容器26に流入したAlCl<sub>3</sub>ガスを、このAl<sub>2</sub>8に適切に



【0075】AlCl<sub>3</sub>ガスからAlCl<sub>3</sub>ガスの反応ガスを生成する場合。



【0076】超合金基材と反応してNiAlの金属間化合物を形成する場合。



この時、AlCl<sub>2</sub>ガスの生成量は極めて僅かである。

【0077】次に図3によって作用を説明する。図3はAlCl<sub>3</sub>ガスを外部電気炉25で反応容器26の全周を850℃に均熱に加熱して供給することで得られる温度と膜厚との関係を示した図である。

【0078】ガスタービン翼29の冷却孔30の冷却空気排出側30aのトレーリングエッジ部からAlCl<sub>3</sub>ガスを供給し、ガスタービン翼29の冷却空気流入側の植込み部からAlCl<sub>3</sub>ガスの排気ガスを排出させることで、図3に示すように、ガスタービン翼21の表面温度が最も高い冷却空気排出側（トレーリングエッジ部側）30aのNiAlの金属間化合物の膜厚を厚くすることができ、かつガスタービン翼21の表面温度が比較的低く、高温腐食、高温酸化の問題が少ない冷却空気流入側（植込み部側）30bのAlコーティング膜厚を薄くすることができる。また、冷却空気流入側付近では容積が急激に増大することもなく、急激なガス流速の変化や圧力変動が生じない。

【0079】さらに、反応容器26に供給する塩素系ガスは反応容器26から真空ポンプ31によって外部に排出されるまで独立したガス供給ラインとし、反応容器2

吹き掛けることで、AlCl<sub>3</sub>ガスが生成され、これがガスタービン翼21の冷却孔30の内表面に供給されて化学蒸着が行われる。

【0072】化学蒸着が完了した後は、ガスタービン翼29を反応容器26に挿入したままの状態、反応容器26内にH<sub>2</sub>ガスを供給し、ガスタービン翼29が酸化しない雰囲気を作る。この後、ガスタービン翼29の材料強度の回復や組織の回復およびガスタービン翼29の表面に析出する金属間化合物の組成を調整するために、外部電気炉25にて反応容器26を材料の溶体化処理温度に加熱して熱処理を行う。

【0073】ところで、冷却孔30に冷却空気排出側30aから供給したAlCl<sub>3</sub>ガスは、例えばガスタービン翼材料であるNiやCo等の超合金基材と反応してNiAlやCoAlの金属間化合物を形成する。反応の完了したAlCl<sub>3</sub>ガスは、Al濃度が低下した3価のハロゲン化アルミニウムであるAlCl<sub>3</sub>ガスとなって冷却空気流入側から排出される。この時の反応は次の反応式1、2、3で示すことができる。

【0074】原料気化器22でAlCl<sub>3</sub>ガスを生成する場合。

【化1】

..... (反応式1)

【化2】

..... (反応式2)

【化3】

..... (反応式3)

6内の供給管33外にガスが流出しない構造としたことで、反応容器26とAlCl<sub>3</sub>ガスとの反応を防止することができる。また、処理を必要とする被処理品の表面にのみAlCl<sub>3</sub>ガスを100%供給することができる。

【0080】また、化学蒸着が完了したガスタービン翼29を反応容器26に挿入したままの状態、反応容器26内にH<sub>2</sub>ガスを供給し、ガスタービン翼29が酸化しない雰囲気を作り、外部電気炉25にて反応容器26を材料の溶体化処理温度に加熱して熱処理を行うことで、被処理品の取り出しや予熱の必要がなく、コーティング施工工程が短縮されるとともに、ガスタービン翼29の材料強度の回復や組織の回復、およびガスタービン翼21の表面に析出する金属間化合物の組成を調整することができる。

【0081】さらにまた、原料気化器22で生成したAlCl<sub>3</sub>ガスを、外部電気炉25で加熱された反応容器26内に流入する場合、外部電気炉25で反応容器26の全周を850℃に均熱に加熱して供給することで、図3に示すように、処理温度の低温化および短時間で厚膜の金属間化合物を析出させることができる。

【0082】以上の第1実施形態によると、従来技術に

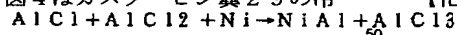
におけるガスタービン翼の冷却空気流入側からA1C1ガスを供給していた場合の冷却空気入口近傍の冷却孔の金属間化合物の析出膜厚が厚く、中間部や冷却空気排出側の出口近傍における金属間化合物の膜厚が薄くなっていたことを防止でき、ガスタービン翼29の冷却孔30の冷却空気排出側30aのトレーリングエッジ部からの反応ガスの供給および冷却空気流入側30bの植込み部からの反応ガスの排出により、表面温度が最も高く、高温酸化および高温腐食が最も顕著な部位に被膜の厚い耐食および耐酸化コーティング被膜層を形成することができ、高温酸化および高温腐食を十分に防止することができる。

【0083】また、冷却空気流入側付近では容積が急激に増大し、急激なガス流速の変化、圧力変動を生じたとしても、ガスタービン翼29の表面温度が比較的低いために高温腐食および高温酸化の問題は少なく、均一な膜厚を必要としない。したがって、冷却空気排出側の出口付近にガス流速を制御する特別な治具を用いる必要がない。

【0084】しかも、反応容器26に供給する塩素系ガスは、反応容器26から真空ポンプ31によって外部に排出されるまで独立したガス供給ラインとして、反応容器26内にガスが流出しないようにするため、被処理品の表面のみにA1C1ガス濃度の低下の少ない100%のA1C1ガスを供給することができ、ガスタービン翼29の冷却孔30やガスタービン翼29の外表面に短時間で耐食および耐酸化コーティング被膜層を形成することができる。

【0085】さらに、A1C1ガスと反応容器26との反応をも防止できるため、反応容器26に付着するA1の除去掃除が不要であり、メンテナンスを簡単にすることができる。また、外部電気炉25で反応容器26の全周を850℃に均一に加熱して均熱させることで、ガスタービン翼29の処理温度を低温化し、ガスタービン翼29がA1ナイズング時に受ける熱ダメージを低減することができ、材料強度や性能の低下を防止する効果が奏されとともに、材料強度を回復させるための熱処理も不要とすることができる。さらにまた、化学蒸着が完了したガスタービン翼29を反応容器26に挿入したままの状態、反応容器26にH2ガスを供給し、ガスタービン翼29が酸化しない雰囲気を作り、外部電気炉25によって反応容器26を材料の溶体化処理温度に加熱して熱処理を行うことで、ガスタービン翼材料の強度回復や組織の回復、およびガスタービン翼表面に析出する金属間化合物の組成を調整できるため、コーティングしたガスタービン翼29の信頼性や性能を更に向上できるようになる。

【0086】次に、本発明の第2実施形態について、図4を参照して説明する。図4はガスタービン翼29の冷



却孔30の内表面とガスタービン翼29の外表面とを同時に化学蒸着処理する場合を示す図である。

【0087】本実施形態では、反応ガスであるA1C1ガスの供給管33の先端側部分を拡大してマスキング槽35を構成し、ガスタービン翼29の外表面を覆うようにしている。これにより、冷却孔30への反応ガスの供給と同時にガスタービン翼29の外表面にも反応ガスを供給し、両面に同時に化学蒸着処理を施すものである。なお、マスキング槽35には金属、セラミックス、カーボンのいずれかを用いる。その他の要件は前記の第1実施形態と同様であるから、説明を省略する。

【0088】このような第2実施形態によると、ガスタービン翼29の冷却孔30の内表面と、ガスタービン翼29の外表面とを、マスキング槽35によって同時に化学蒸着処理することで、A1パック法による処理温度（1000℃以上）に比べて、900℃以下の低温で処理することができるとともに、ガスタービン翼29の外表面のA1パック処理工程を廃止することができるので、ガスタービン翼29がA1ナイズング時に受ける熱ダメージを低減し、材料の強度低下および製品の性能低下を防止することができる。

【0089】また、ガスタービン翼29の外表面のA1パック処理工程を廃止することができるため、A1パック後の耐食および耐酸化コーティング被膜を化学蒸着A1ナイズングによって阻害することなく、処理時間を短縮するとともに、処理コストを低減することができる。

【0090】次に、本発明の第3実施形態について、図5を参照して説明する。図5は供給管33を閉ループ状に構成して複数または同一の反応容器26での化学蒸着を連続的に行えるようにした場合を示した図である。

【0091】本実施形態で使用する装置では、例えば1対の反応容器26が閉ループ状の供給管33によって連結されており、供給管33の往復路部分にそれぞれポンプ36、37が設けられるとともに、流れ規制用の複数の弁38、39が設けられている。

【0092】そして、一方の反応容器26から排出されるA1C13ガスを再度、同一の反応容器26あるいは他方の反応容器内26に流入させて、閉ループにより化学蒸着を行うようにしている。

【0093】すなわち、一方の反応容器26内のガスタービン翼29で冷却空気排出側30aから供給される反応ガスは、例えばガスタービン翼材であるNi基超合金と反応してNiAlの金属間化合物を形成し、反応の完了したガスはA1濃度が低下した3価のハロゲン化アルミニウムのA1C13ガスとなって冷却空気流入側30bから排出される。この時の反応は下記の反応式4に示す通りである。

【0094】

【化4】

..... (反応式4)

【0095】ところが、次の反応式5で示されるように、反応が完了したAlCl<sub>3</sub>ガスを再度Alに吹き付けることでAl濃度が回復し、NiAlの金属間化合物  

$$\text{AlCl}_3 + \text{Al} \rightarrow \text{AlCl} + \text{AlCl}_2$$

【0097】そこで、十分なAlCl<sub>3</sub>ガスを、入側の弁38を開として一方の反応容器26（26a）に流入させた後、同弁38を閉じ、出側の弁39を開として各ポンプ36、37を起動する。これにより、一方の反応容器26a内で反応が完了したAlCl<sub>3</sub>ガスを再度同一反応容器26a、あるいは他の反応容器内26（26b）に流入させることで、AlCl<sub>3</sub>ガスを排気することなく、閉ループ作用によって化学蒸着処理を連続的に行うことができる。これらの反応容器26を小型化し、装置を数多く設けることにより、初期のAlCl<sub>3</sub>ガスの供給量を必要最小限にすることができる。

【0098】このような第3実施形態によれば、反応が完了したAlCl<sub>3</sub>ガスを再度、同一反応容器あるいは他の反応容器内に流入することにより、生産性の向上が図れるとともに、化学蒸着処理コストを大幅に低減することができる等の利点が得られる。

【0099】

【発明の効果】以上のように、本発明によればガスタービン翼の表面温度が高く、高温腐食および高温酸化環境にある冷却孔の冷却空気排出側のAlコーティング膜厚を厚くするとともに、ガスタービン翼の表面温度が比較的低く、高温腐食および高温酸化の問題が少ない冷却空気流入側（植込み部）のAlコーティング膜厚を薄くして、温度とAlコーティング膜厚およびガス流速とAlコーティング膜厚との関係を最適化することができる。また、ガスタービン翼外表面のAlパック処理工程を廃止し、ガスタービン翼がAlナイズング時に受ける熱ダメージを低減でき、材料強度や性能の低下を防止することができる。したがって、本発明の方法によってコーティングされるガスタービン翼によれば、従来方法によってコーティングされるガスタービン翼と比較して、耐高温腐食性および耐高温酸化性が向上し、長時間のAlコーティング被膜寿命特性を有するものとなる等、多大な効果が奏される。

【図面の簡単な説明】

を形成するに十分なAlClガスとすることができる。

【0096】

【化5】

.....（反応式5）

【図1】本発明の第1実施形態による化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法を説明するための全体的模式図。

【図2】図1の要部を拡大して示す模式図。

【図3】本発明の第1実施形態における作用を説明するための温度と膜厚との関係を示すグラフ。

【図4】本発明の第2実施形態を説明するための模式図。

【図5】本発明の第3実施形態を説明するための模式図。

【図6】ガスタービン動翼が受ける各種の負荷、環境状況を示す模式図。

【図7】従来の物理的被膜形成方法方法を説明するための模式図。

【図8】ガスタービン翼の内部構成を示す翼断面図。

【図9】従来の化学蒸着アルミナイズド被膜形成方法を説明するための模式図。

【図10】従来例によるガスタービン翼の冷却孔内の金属間化合物膜厚分布を示す翼断面図。

【符号の説明】

21 Al原料

22 原料気化器

23, 24 ポンベ

25 外部電気炉

26 反応容器

27 溶湯器

28 溶湯

29 ガスタービン翼

30 冷却孔

31 真空ポンプ

32 排ガス処理装置

33 供給管

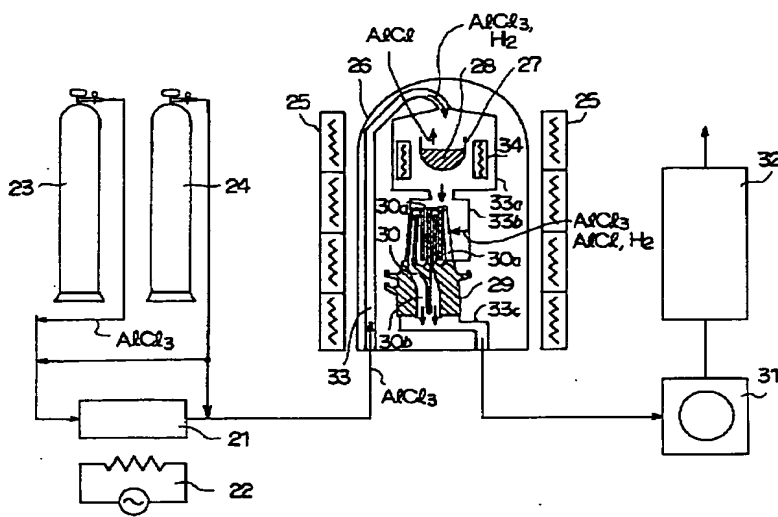
34 内部電気炉

35 マスキング槽

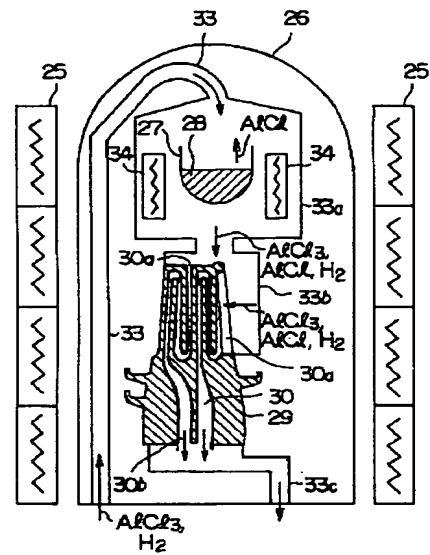
36, 37 ポンプ

38, 39 弁

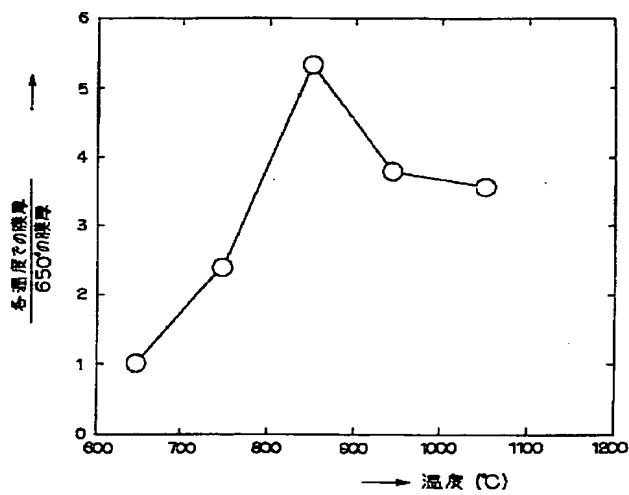
【図1】



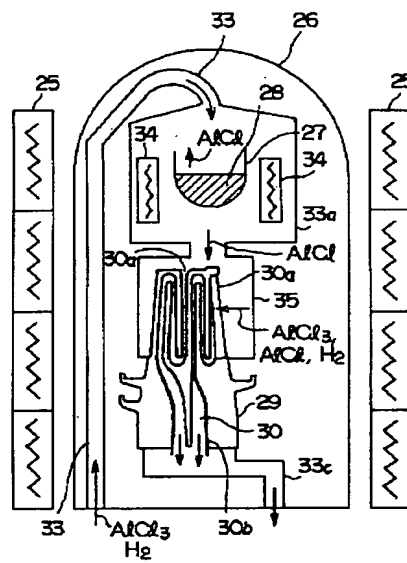
【図2】



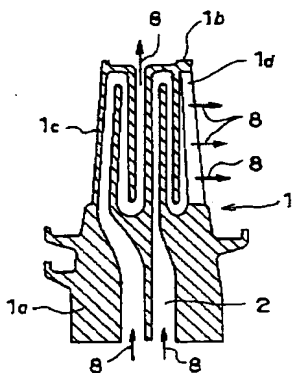
【図3】



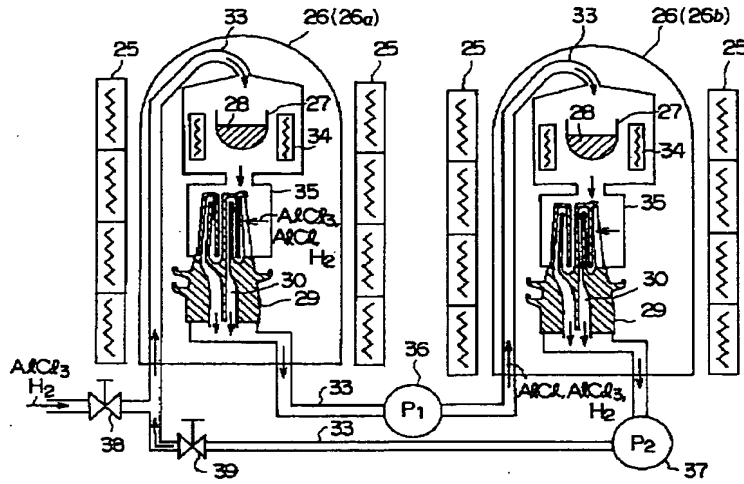
【図4】



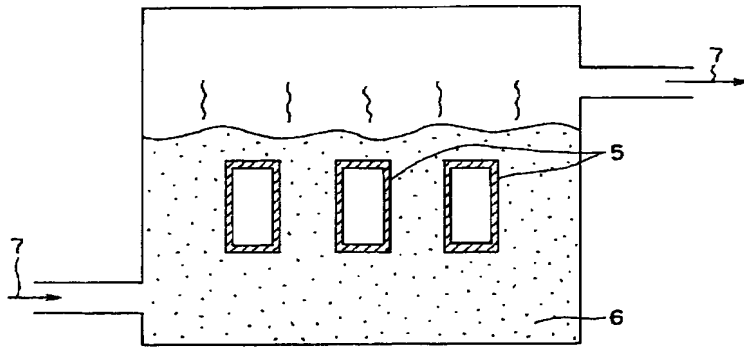
【図8】



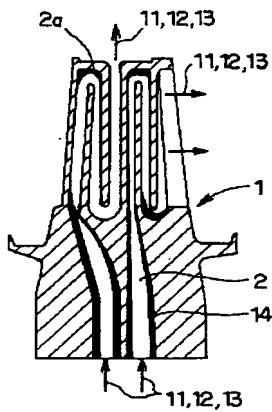
【図5】



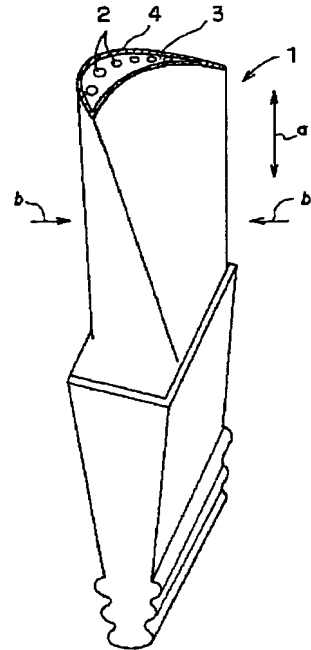
【図7】



【図10】



【図6】



【図9】

